

## Effets de la fumure sur le rendement et la nodulation des *Phaseolus* dans les sols de Kombé-Brazzaville

Théodora NTingo, Georges-Raphaël Mandimba

La localité de Kombé (km 17 dans la banlieue sud de Brazzaville) abrite la ferme de Kombé, la station Agri-Congo, le Centre de vulgarisation des techniques agricoles (CVTA), ainsi qu'une population à vocation agricole, organisée en coopératives de maraîchers, et qui pratique la culture du haricot vert destiné à l'approvisionnement de Brazzaville ou à l'exportation.

Le présent travail est le fruit de la collaboration entre l'entreprise Haie Vive de Kombé, qui s'intéresse à la production du haricot, et l'équipe Fixation d'azote de l'IDR (Institut de développement rural), étudiant notamment les « interactions légumineuses/*Rhizobium* dans les systèmes de culture ».

Le haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) est traditionnellement cultivé au Congo, dans les régions de la Bouénza (localités de M'Fouati et Boko Songho) et des plateaux (district de Lékana) (figure 1). Le haricot de Lima (*Phaseolus lunatus* L.), pour sa part, est peu connu, alors que ses graines peuvent être consommées au même titre que *P. vulgaris*. Le Centre de vulgarisation des techniques agricoles a chargé l'IDR de préciser les caractéristiques agronomiques et les potentialités de rendement de *P. lunatus* par rapport à celles de *P. vulgaris*.

Il était important de déterminer si des *Rhizobium* spécifiques de cette espèce étaient naturellement présents dans les sols. Notre travail avait pour but de

détecter si *P. lunatus* formait spontanément des nodosités dans les sols du Congo et comment la fumure minérale ou organique influençait ce processus. Notre expérience s'est déroulée dans le domaine d'Agri-Congo, sur la RN 1, à 313 m d'altitude, 4° 15' de latitude S et 15° 15' de longitude E.

Les précipitations pendant la période de végétation (du 15 mai au 15 octobre 1989) furent de 261,9 mm par rapport à des besoins estimés entre 250 et 890 mm pour *Phaseolus*. La répartition des pluies a été insuffisante de juin à juillet 1989 (période de sécheresse avec grande activité maraîchère), ce qui correspond aux stades de la floraison et de la fructification nécessitant un apport d'eau complémentaire par arrosage.

Les sols de la station Agri-Congo Kombé sont acides (pH H<sub>2</sub>O = 4,6), sableux (83,6 % de sable) et faiblement argileux (9 % d'argile), pauvres en éléments majeurs et en matière organique [1].

Nous avons travaillé sur une variété de *P. vulgaris* naine et précoce (V1, photo 1), prise comme variété de référence, avec une durée du cycle de 73 jours. Les gousses contiennent en moyenne cinq graines de couleur blanche à maturité.

Nous avons utilisé également trois variétés de *P. lunatus*, espèce rampante et pérenne dont la première récolte intervient entre 97 et 107 jours après le semis. Les semences de ces variétés ont été collectées dans la zone de Brazzaville par l'entreprise Haie Vive, et identifiées selon Stanton [2] et Van Epenhuijsen, [3] en distinguant les cultivars suivants (photo 1) :

– *P. lunatus* cv. (petit Lima brun, V2), avec des gousses renfermant en moyenne trois graines de couleur brune à maturité;

– *P. lunatus* cv. (petit Lima blanc tacheté, V3) dont les gousses renferment en moyenne trois graines de couleur blanche et tachetée à maturité ;

– *P. lunatus* cv. (gros haricot de Lima, V4) dont les gousses renferment en moyenne deux graines de couleur blanche à maturité.

Nous avons apporté l'azote sous forme d'urée (dosant 46 % d'azote), le phosphore sous forme de superphosphate triple (dosant 46 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) et le potassium sous forme de KCl (dosant 60 % de K<sub>2</sub>O).

Le calcaire a été utilisé sous forme de broyat dosant 56 % de CaO. La matière organique était un fumier de ferme obtenu dans une salle où des canards avaient séjourné pendant trois mois, avec apport de son de riz. La composition de ce fumier en pourcentage de MS était la suivante : MS (78 %) ; MM (76 %) ; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (3,4 %) ; C total (37,6 %) ; N total (2,65 %) ; C/N (14) ; K (9,72 %) ; Mg (6,2 %) ; Ca (13,4 %).

Le dispositif expérimental fut établi en blocs aléatoires complets contenant des parcelles subdivisées en sous-parcelles. Ce dispositif se caractérise essentiellement par une répartition des traitements en deux étapes : l'affectation des quatre génotypes sur les parcelles et l'affectation des traitements aux sous-parcelles. Chaque variété est soumise aux traitements suivants :

- le témoin non fertilisé (T0) ;
  - la matière organique MO apportée à la dose de 13 t/ha (T1) ;
  - la fumure minérale NPK apportée à la dose 100-50-50U (T2) ;
  - la combinaison fumure minérale + matière organique NPK + MO (T3).
- Chaque traitement étant répété trois fois, il y avait au total 4 génotypes × 4 traite

T. N'Tingo, G.-R. Mandimba : Laboratoire de biotechnologie, Institut de développement rural, km 17, BP 13346, Brazzaville, Congo.

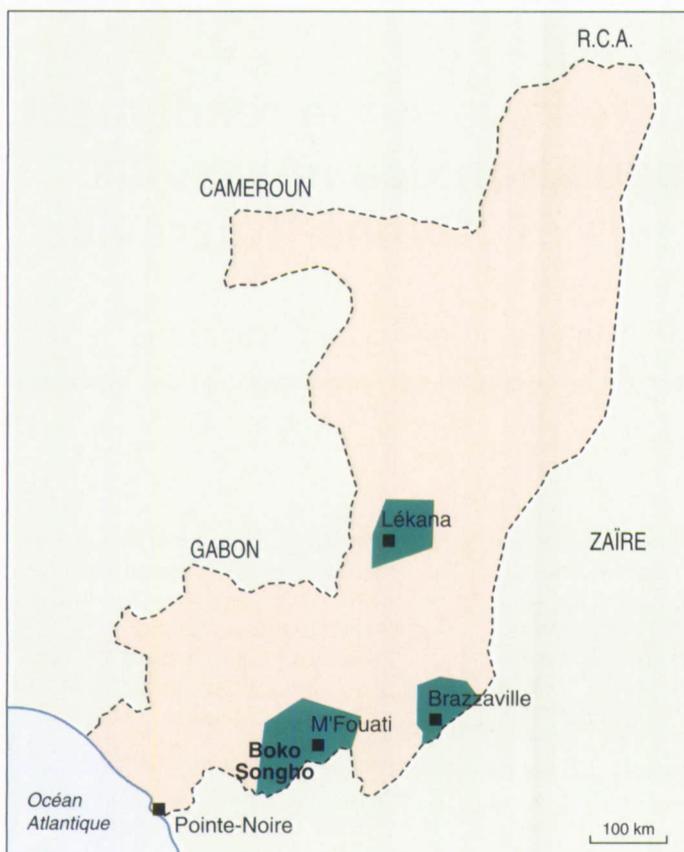


Figure 1. Aires géographiques de *Phaseolus* sp. au Congo.

Figure 1. Geographical distribution of *Phaseolus* spp. in the Congo.

ments  $\times$  3 répétitions = 48 parcelles de 4 m  $\times$  2 m = 8m<sup>2</sup>.

Pour les prélèvements, nous avons utilisé dans la sous-parcelle une surface utile de 4,5 m<sup>2</sup> située en son centre avec une surface de prélèvement à la floraison de 1,5 m<sup>2</sup> (située en tête de chaque sous-parcelle).

Toutes les parcelles ont été chaulées à raison de 2 t/ha de CaO. Dans le souci de réduire les pertes par lessivage, l'engrais azoté a été fractionné : une partie a été apportée deux jours avant le semis et l'autre à la floraison (34 jours après semis -jas- pour *P. vulgaris* et 59 jas pour *P. lunatus*). Par ailleurs, la MO a été donnée deux jours avant le CaO et vingt jours avant le NPK.

Les semis ont été effectués à la main le 15 mai 1989, à une profondeur de 2,5 cm, à raison de deux graines par poquet, avec des écartements de 0,30 m  $\times$  0,30 m pour une densité de semis de l'ordre de 92 250 pieds/ha.

Nous avons procédé au remplacement des manquants à 15 jas et le démariage a eu lieu à 19 jas. Deux sarclo-binages ont eu lieu à 22 et 48 jas. Compte tenu de l'irrégularité des précipitations, nous avons dû procéder à un apport supplémentaire d'eau par arrosage quotidien pendant le premier mois, et deux fois par semaine durant le reste de la période de végétation.

Nous avons prélevé dix plants au hasard sur chaque sous-parcelle pour évaluer le nombre des nodosités. Le poids sec des nodosités a été apprécié [4], ainsi que celui des parties aériennes [5]. L'azote a été dosé par la méthode de Kjeldhal.

Les rendements à la récolte ont été déterminés sur des graines présentant 14 % d'humidité chez *P. vulgaris* ou 16,5 % chez *P. lunatus*. Les données expérimentales ont été soumises à l'analyse de la variance (Anova) et le test F planifié.

Nos observations montrent que le nombre de nodosités de *P. vulgaris* est relativement faible (12/plant) mais est élevé (97 à 130) pour *P. lunatus*. Il en est de même pour le poids sec des nodosités (tableau 1). On n'observe aucune différence significative entre les trois cultivars de *P. lunatus* (tableau 1).

La faible formation de nodosités de *P. vulgaris* pourrait être liée à la pauvreté en *R. leguminosarum* bv. *phaseoli* spécifiques de cette plante, dans nos conditions expérimentales. Pour ce qui est de *P. lunatus*, l'apport de 13 t/ha de matière organique constituée de son de riz et de

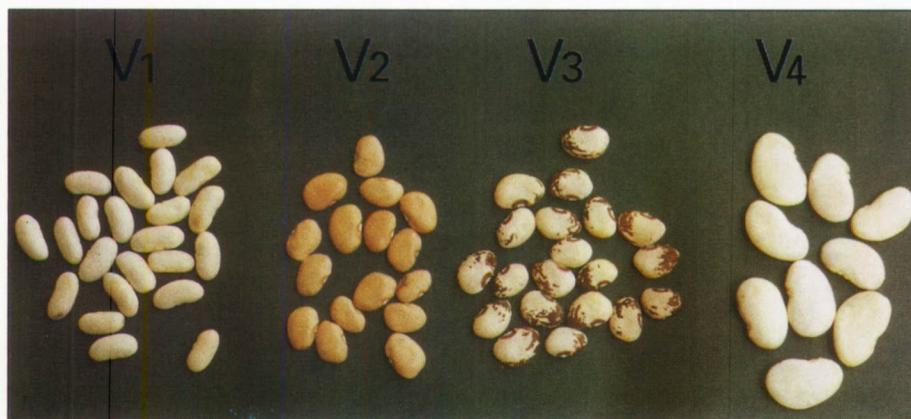


Photo 1. Sémences de *Phaseolus* sp. utilisées dans notre expérimentation :

- V1 : *P. vulgaris*,
- V2 : *P. lunatus* cv., petit Lima brun,
- V3 : *P. lunatus* cv., petit Lima blanc tacheté,
- V4 : *P. lunatus* cv., gros haricot de Lima .

Photo 1. *Phaseolus* spp. seeds :

- V1 : *P. vulgaris*,
- V2 : *P. lunatus* cv., small Lima bean,
- V3 : *P. lunatus* cv., small white spotted Lima bean,
- V4 : *P. lunatus* cv., large Lima bean.

## Tableau 1

### Nodulation au stade de la floraison selon les variétés et les traitements

Génotypes	Traitements	Nombre moyen de nodosités par plant (n = 3)*	Poids sec moyen des nodosités par plant (mg) (n = 3)*	Poids sec moyen des parties aériennes par plant (g) (n = 3)*	Azote des parties aérienne (% moyen) (n = 12)**
<i>P. vulgaris</i>	Témoin	8,33 g***	27,00 e	5,56 f	22,65 a
	MO	9,67 g	39,67 e	6,84 f	
	NPK	16,33 g	60,00 e	6,86 f	
	MO + NPK	11,67 g	45,33 e	11,32 f	
<i>P. lunatus</i> cv., petit Lima brun	Témoin	25,00 fg	235,67 d	78,21 e	17,33 b
	MO	132,00 cd	531,67 ab	121,24 b	
	NPK	77,67 def	406,00 c	127,28 b	
	MO + NPK	284,00 a	614,00 a	149,06 a	
<i>P. lunatus</i> cv., petit Lima blanc tacheté	Témoin	29,33 fg	227,67 d	94,57 cde	17,84 b
	MO	112,00 cde	487,00 b	104,95 bcd	
	NPK	95,00 cde	392,00 c	113,99 bc	
	MO + NPK	149,67 c	566,33 ab	148,77 a	
<i>P. lunatus</i> cv., gros haricot de Lima	Témoin	56,67 efg	348,67 c	87,89 de	18,12 b
	MO	94,33 cde	393,33 c	121,41 b	
	NPK	74,67 def	384,67 c	121,17 b	
	MO + NPK	187,33 b	651,33 ab	158,37 a	
CV (%)	-	-	-	-	6,4

\* n = 3 (1 génotype x 1 traitement x 3 répétitions).

\*\* n = 12 (1 génotype x 4 traitements x 3 répétitions).

\*\*\* Pour chaque paramètre, les chiffres portant la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil 5 % d'après le test de Newman-Keuls.

### Nodulation at flowering stage according to cultivar and soil management

fientes de canard améliore de façon significative ce processus de formation (tableau 1).

L'apport d'engrais minéraux induit le même nombre de nodosités en présence de matière organique, tandis que le poids sec des nodosités des plantes traitées avec la matière organique est supérieur à celui des plantes ayant reçu les engrais minéraux (tableau 1).

Le poids sec des parties aériennes, le rendement en gousses et en grains et le taux de décorticage varient avec les substances fertilisantes apportées (tableaux 1 et 2).

Les faibles rendements en gousses et en grains observés sur la variété V4 (gros haricot de Lima) sont liés à la sensibilité de cette dernière aux attaques parasit-

## Summary

### Effects of fertiliser dressing on yield and nodulation of *Phaseolus* spp. in Kombe-Brazzaville soils

T. NTingo, G.-R. Mandimba

*Varietal behaviour trials on Phaseolus spp in Kombe-Brazzaville soils have demonstrated nodulation in Phaseolus lunatus (Lima bean). The nodulation reached some 90 to 130 nodules per plant. When P. lunatus was given a combination of organic matter + NPK fertiliser dressing, this figure increased to 158 nodules. In P. vulgaris, nodulation did not exceed 11 nodules per plant.*

*Cahiers Agricultures 1994 ; 3 : 195-8.*

## Tableau 2

### Performance des haricots à la récolte en fonction des génotypes et des traitements du sol

	Rendements moyens en gousses (kg/ha)	Rendements moyens en grains (kg/ha)	Taux de décortilage (% moyen)	Protéines des graines (% moyen)
<b>Génotypes*</b>				
<i>P. vulgaris</i>	1935,01 b	1358,33 b	69,80 a**	23,88 a
<i>P. lunatus</i> cv., petit Lima brun	2581,18 a	1639,85 ab	63,00 b	24,13 a
<i>P. lunatus</i> cv., petit Lima blanc tacheté	2732,17 a	1738,38 a	63,10 b	23,79 a
<i>P. lunatus</i> cv., gros haricot de Lima	1450,71 c	918,68 c	62,75 b	23,20 a
CV (%)	25,10	24,50	1,70	7,60
<b>Traitements***</b>				
Témoin	1234,62 d	774,60 d**	62,47 c	23,56 a
MO	1815,75 c	1158,60 c	64,12 bc	24,18 a
NPK	2495,68 b	1627,94 b	65,42 ab	23,34 a
MO + NPK	3153,01 a	2094,09 a	66,64 a	24,08 a
CV (%)	11,5	10,4	2,6	4,2

\* Moyennes des génotypes (1 génotype x 4 traitements x 3 répétitions).

\*\* Pour chaque paramètre, les chiffres portant la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil 5% d'après le test de Newman-Keuls.

\*\*\* Moyennes des traitements (1 traitement x 4 génotypes x 3 répétitions).

### Bean yield at harvest according to cultivar and soil management

taires. Les pertes sont estimées à 8 % pour la variété V2, 10 % pour V3 et près de 46 % pour V4.

Le contenu en matières azotées totales (MAT) des parties aériennes et le taux de décortilage de *P. vulgaris* sont supérieurs à ceux de *P. lunatus* (tableaux 1 et 2). La teneur en protéines des graines ne révèle aucune différence significative entre variétés et traitements (tableau 2).

Le présent travail a mis en évidence l'existence de *Rhizobium* spécifiques de *P. lunatus* dans les sols de Kombé, et la faible nodulation de *P. vulgaris* [6].

Nos observations sont en accord avec celles de Thies *et al.* [7] et Dobert et Blevin [8]. Les performances des haricots à la récolte sont liées aux caractéristiques génétiques de chaque cultivar (tableau 2). La combinaison matière organique et fumure minérale augmente de façon significative les rendements des quatre génotypes de haricot (tableau 2). Des trois variétés de *P. lunatus*, les variétés petit Lima brun et petit Lima blanc tacheté semblent les mieux adaptées aux conditions pédo-climatiques de Kombé ■

### Références

- Braudeau E, Missié T. *Reconnaissance pédologique des sols de la station Agri-Congo à Kombé (Brazzaville)*. Brazzaville : ORSTOM, 1986 ; 8 p.
- Stanton WR. Le haricot (*Phaseolus* sp.). In : *Légumineuses à graines en Afrique*. Rome : FAO, 1970 ; 199 p.
- Van Epenhuijsen CW. Culture des légumineuses indigènes au Nigeria. Rome : FAO, 1978 : 7-75.
- Van Beusichem VML, Langelaan JG. Effects of 15N nitrate fertilization on yield and dinitrogen fixation of vegetative pea plants. *Com Soil Sci Plant Anal* 1984 ; 15 : 507-17.
- Faizah Abdul W. *Symbiose Rhizobium-Légumineuse : efficacité, compétitivité et introduction dans le sol des souches de R. meliloti*. Thèse doctorat 3<sup>e</sup> cycle, Université Claude-Bernard, Lyon, 1980 ; 88 p.
- Sà NMH, Scotti MRML, Paiva E, Franco AA, Döbereiner J. Selection and characterization of *Rhizobium* sp. strains stable and capable in fixing nitrogen in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev Microbiol* 1993 ; 24 : 38-48.
- Thies JE, Bohlool B, Singleton PW. Subgroups of cowpea miscellany : symbiotic specificity within *Bradyrhizobium* spp. for *Vigna unguiculata*, *Phaseolus lunatus*, *Arachis hypogaea*, *Macroptilium atropurpureum*. *Appl Environ Microbiol* 1991 ; 57 : 1540-5.
- Dobert RC, Blevin DG. Effect of size and plant growth on nodulation and nodule development in Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.). *Plant and Soil* 1993 ; 148 : 11-9.

### Résumé

Des essais de comportements variétaux de *Phaseolus* sp. dans les sols de Kombé (Brazzaville) ont mis en évidence une formation de nodosités sur *Phaseolus lunatus* (pois du cap, Lima bean). Cette nodulation comporte de 90 à 130 nodosités par plant et peut atteindre 158 nodosités lorsque *P. lunatus* reçoit une combinaison de matière organique + fumure minérale NPK. Chez *P. vulgaris*, la nodulation ne dépasse pas 11 nodosités par plant.